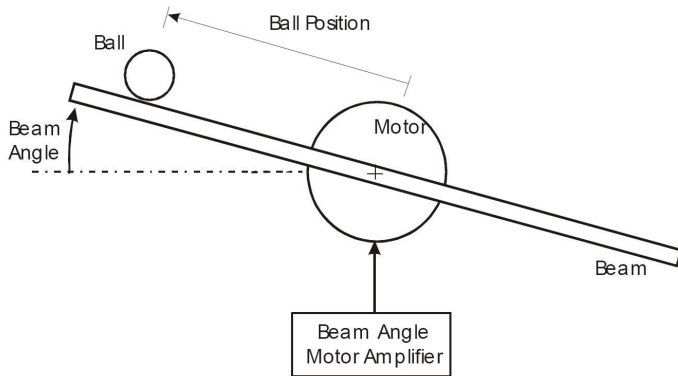


ÉVALUATION ECUE31 “AUTOMATIQUE” 2021-22

METTRE A JOUR À RENDRE AU PLUS TARD LE 16/12/2021 À 18:00

On s'intéresse ici à l'étude d'un système “bille sur rail” (“Ball and Beam”), qui est un grand classique de l'Automatique “pédagogique” : le challenge est de commander la position d'une bille roulant sur un rail, en jouant sur l'inclinaison de ce rail par l'intermédiaire d'un moteur électrique.



En considérant que la bille est un point matériel de masse m situé à la distance x du centre du rail, le principe fondamental de la dynamique conduit au modèle

$$\ddot{x} - x\dot{\theta}^2 = g \sin \theta$$

$$\left(\frac{J}{m} + x^2\right)\ddot{\theta} + 2x\dot{x}\dot{\theta} = gx \cos \theta + u + d,$$

où θ est l'inclinaison du rail par rapport à l'horizontale. Le couple u fourni par le moteur est la commande et d est la perturbation (ces deux entrées sont homogènes à des couples divisés par la masse m). Les paramètres J, m, g sont constants (on utilisera les valeurs numériques $\frac{J}{m} = 1$ et $g = 10$). Le rail mesure 0.8 m et est relié au moteur en son milieu. Deux capteurs fournissent les mesures $x_m = x + v_x$ et $\theta_m = \theta + v_\theta$, où v_x et v_θ sont des bruits de mesure modélisés en Simulink par des blocs Band-Limited White Noise (pour v_x : Noise power 1×10^{-8} , Sample time 1×10^{-2} , Seed 10; pour v_θ : Noise power 1×10^{-8} , Sample time 1×10^{-2} , Seed 20).

TRAVAIL DEMANDÉ

Question 1. Est-il possible de commander le système en utilisant seulement une seule des deux mesures ?

Question 2. Commander “au mieux” le système en utilisant les deux mesures x_m et θ_m (temps de réponse réaliste : environ 1 s pour un “petit” transitoire).

Question 3. Avec les réglages de la question précédente, faire en sorte parcoure 40 cm avec une commande u “pas trop grande”.

DOCUMENTS À RENDRE :

- document “papier” avec les calculs et les explications
- fichiers Matlab et Simulink.

REMARQUE

Le sujet est volontairement très ouvert, pour ressembler à ce qui se passe dans la “vraie” vie. Le but est bien sûr de suivre la démarche du cours, en s'inspirant des deux études de cas qui ont été traitées.